

УДК 630\*31:519:6

Маг. М.В. Полукаров  
Рук. С.Б. Якимович  
УГЛТУ, Екатеринбург

**ОЦЕНКА РЕЗЕРВОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ  
СИСТЕМ МАШИН ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ  
«ХАРВЕСТЕР – ФОРВАРДЕР»**

Цель публикации – представление подхода к повышению эффективности систем лесозаготовительных машин по критерию эксплуатационных затрат.

Приятые допущения и понятия. Все нормы и аспекты организационного, бухгалтерского и экономического характера отнесем не к науке и инженерной деятельности, а к технологии управления, зависящей, прежде всего, от субъективного фактора. Поэтому для раскрытия темы будем рассматривать технологию как совокупность способов, машин, и предмета труда, исходя из фундаментальных физических законов (не рассматривается квалификация операторов, степень их сработанности, режим сменности и пр.). Здесь могут изменяться способы заготовки древесины, но не конечное состояние предмета труда – сортимент и его конечное месторасположение – погрузочный пункт. Возможно, могут также изменяться марки машин из комплектов «харвестер – форвардер». Способ рассматривается здесь достаточно широко, от приемов работы харвестера до технологических схем освоения лесосеки. Учитывается случайная неопределенность арендуемых лесных участков, т. е. все лесосеки разные по размерам, таксационным описаниям и другим свойственным им факторам. Фундаментальный критерий – удельная энергоемкость процесса  $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ .

Возможность снижения эксплуатационных затрат определяется на основе понятия идеальный технологический процесс [1]. Исходя из этого понятия, процесс имеет резервы, если значение удельной энергоемкости существующего процесса больше энергоемкости идеального. Идеальный – это предел, меньше которого не будет при существующем представлении физического мира. Проще всего это выражается в следующем примере. Надо для конкретной лесосеки посчитать затраты энергии на заготовку (преобразование дерева в сортимент) и транспорт каждого сортимента в отдельности по кратчайшим путям (прямым) к месту отгрузки и складирования с последующим суммированием и разделить эту сумму на объем древесины, заготовленный на данной лесосеке. Если эта цифра меньше фактической, очевидно есть резерв для повышения эффективности.

При наличии резерва проводится анализ с учетом существующего уровня техногенеза машин и процессов, т. е. достигнутого уровня технического совершенства машин, КПД и прочее). Если возможно снизить эксплуатационные затраты, то что необходимо сделать? Что делать, чтобы увеличить выработку «харвестера – форвардера» без увеличения затрат на ГСМ, а также без увеличения амортизации техники? Самое простое и фундаментальное – это уменьшить сумму движений существующих машин и предмета труда на м<sup>3</sup> заготовленной древесины. При всех равных условиях (одна и та же лесосека, один и тот же комплект машин) очевидно, что на обрабатывающих операциях расход энергии будет одинаков во всех случаях (на входе те же деревья в тех же местах, на выходе те же сортименты), поскольку в ходе переработки предмета труда необходимо разорвать физические связи деревьев, при этом затраты энергии на эти связи одинаковы вследствие одинаковости начального (деревья) и конечного (сортименты) состояний (т. е. физико-химических параметров) предметов труда. Отсюда следует, что эффект возможен лишь от изменения суммы транспортных (трелевка сортиментов) и переместительных (перемещение предмета труда в ходе его обработки или преобразования) движений. Реализуется эта возможность следующими способами интенсификации [2]:

- управление способами заготовки. Например, заготовка сортиментов способом по патенту РФ 2365093 (ромбом или углом) с сохранностью подроста порядка 95 %-ов (проверено промышленным экспериментом в ОАО «Соликамскбумпром»);
- управление схемами, в которых учтены все влияющие на снижение удельной энергоемкости факторы с учетом изменяющихся по параметрам лесосек;
- управление параметрами систем «харвестер – форвардер», т. е. комплектование систем до начала заготовки под определенные группы лесосек;
- управление перераспределением сортировочно-информационных операций.

Все четыре способа применимы как к отдельным машинам, так и к системе заготовки древесины «харвестер – форвардер», но больший эффект появляется, когда рассматривается система, в связи с тем, что вопросы синхронизации (повышения производительности посредством повышения коэффициента загрузки) носят системный характер и управление системой более действенно, чем факторами отдельных машин.

Каждый из способов управления предполагает системные теоретические и экспериментальные исследования, которые будут реализованы в дальнейшем.

## Библиографический список

1. Якимович С.Б. Идеальный технологический процесс как критерий синтеза способов заготовки древесины // Лесотехнические университеты в реализации концепции возрождения инженерного образования: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: матер. X Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. С. 147–150.

2. Медовщиков В.Ф., Тетерина М.А., Якимович С.Б. Способы интенсификации заготовки древесины (на примере системы «харвестер – форвардер») // Инновации – основа развития целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности: матер. IV Всерос. отраслевой науч.-практ. конф. Пермь: ПНИПУ, 2016. С. 90–101.

УДК 630.233

Студ. А.А. Санталов, Е.В. Чернятьев  
Рук. С.Б. Якимович, М.А. Тетерина  
УГЛТУ, Екатеринбург

## **ИМИТАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ НА СИМУЛЯТОРЕ ХАРВЕСТЕРА–ФОРВАРДЕРА «KOMATSU»**

Цель работы – проверка возможности проведения активных экспериментов на симуляторах лесозаготовительных машин и экспериментальная оценка степени согласованности по производительности машин в системе «харвестер-форвардер». Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Проведение эксперимента и фиксация наблюдений за работой на харвестере и форвардере. Сгенерированные условия проведения эксперимента и вычисленные средние значения в ходе имитации: средние объем хлыста –  $0,35 \text{ м}^3$ , сортимента –  $0,09 \text{ м}^3$ ; вместимость форвардера –  $35 \pm 5$  шт. сортиментов; среднее расстояние трелевки – 1668 м; средняя скорость трелевки – 10 км/ч (2,78 м/с); породный состав – 7Е2С1Б.

2. Определение статистических оценок полученных выборок в программной среде «Statistica» (табл. 1, 2), построение гистограмм (рис. 1, 2) и выбор законов распределения (табл. 3, 4) продолжительности обработки сортимента харвестером и форвардером.

3. Оценка производительности и синхронизации по коэффициенту загрузки системы машин «харвестер-форвардер» на основе обработки данных, полученных экспериментальным путем на симуляторе «KOMATSU».